



TITLE:

CLTパネル工法の汎用化のための構造解析モデルに関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

佐藤, 基志

CITATION:

佐藤, 基志. CLTパネル工法の汎用化のための構造解析モデルに関する研究. 京都大学, 2020, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2020-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22492>

RIGHT:

許諾条件により本文は2020-12-01に公開

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	佐藤 基志
論文題目	CLTパネル工法の汎用化のための構造解析モデルに関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は汎用性の高いCLT構造の構造解析モデルの構築を目的に実大実験を対象として、FEMを用いた構造解析モデルの構築方法及び試験結果との比較について論じている。</p> <p>第1章は、序論とし研究の背景及び目的について概説した。</p> <p>本論文で対象とする架構形式は、鉛直構面を構成する壁及び垂れ壁、腰壁に1.0m幅程度のCLTパネルを用い、表層ラミナ方向が長辺方向となるようにし、短辺の端部を引きボルト及びビス打ち金物でパネル相互及び基礎架台と接合した架構（以下、小幅度パネル架構）である。</p> <p>第2章では、小幅度パネル架構の1.5層の構面試験を対象とし、構造解析モデルの構築方法及び精度検証に関して述べた。</p> <p>構造解析モデル上でCLTパネルは直交異方性平面シェル要素に、接合部及びCLTパネルが部分圧縮される部分は非線形バネ要素に置換しモデル化した。提案したモデルにおいて、「CLTパネル」及び「パネル間接触部分のバネ」の解析用特性はCLTパネル単体の、「せん断試験」「全面圧縮試験」「側面圧縮試験」の結果から、「接合金物のバネ」の解析用特性は「接合金物要素試験」の結果から設定した。</p> <p>要素試験結果に基づき、各要素の特性を設定し、圧縮側配置となるせん断金物の剛性を圧縮力による摩擦の影響を考慮し3倍とすることで、構面試験結果を追跡可能な構造モデルの構築ができた。さらにCLTパネルの応力分布及び、接合金物の荷重-変形関係を本モデルにて概ね再現可能である事が示された。</p> <p>特にCLTの圧縮応力については引張側の釣り合いとで再現できていることが示された。さらに、圧縮バネを非線形として設定することで、実際の試験時に局所的にパネルに生じる塑性化の再現が可能であることを示した。</p> <p>第3章では、小幅度パネル架構の5階建CLT建物を対象として2章で構築した構造解析モデルの精度検証に関して述べた。また、地震動挙動と限界耐力計算による性能評価に関して構造解析モデルから評価した、5階建CLT建物の振動台実験の結果から限界耐力計算を用いた耐震設計のと妥当性に関して示した。</p> <p>構造解析モデルに関して、CLTパネルの動的効果を考慮して各方向のヤング係数及びせん断弾性係数、圧縮バネ剛性を2倍し、摩擦による抑え込み効果を考慮してせん断バネ剛性を100倍とした事後解析により、概ね実験結果の追跡なモデルの構築した。</p> <p>実大振動台実験により、建築基準法で定められた各地震入力レベルに対して5層建物試験体が必要性能を十分に満たしているかを確認し、最大応答層間変位が、建築基準法における大地震に対して1/100rad、極大地震動に対しても1/30radであり必要性能を十分に満足する結果である事を確認した。</p> <p>振動台実験による各階の層せん断力-層間変位関係をもとに動的縮約を行って求めた縮約1自由度系の加速度A-Δ関係と、入力波のSa-Sd関係の対応を確認し、A-Δ関係の最大応答点がSa-Sd曲線上にあり、減衰定数を10%とすれば、最大応答変位が予測可能であることを示した。</p>			

第4章では、小開口の有無及び位置よる耐力への影響の確認及び応力割増し率の検討を目的として実施した小開口付CLTパネルの4点曲げ試験と逆対称4点曲げ試験の結果及びその考察に関して報告した。

曲げ試験において、試験体を全長に渡って一様な断面として考えた時の断面二次モーメントの値について、試験結果と計算値を比較したところ、試験体の上下のいずれかを切り欠く形状となる試験体では切欠き部の断面二次モーメントが過大に評価されており、切り欠部の断面二次モーメントを0.6倍とすると整合した。係数については今後、検討が必要であるが、上下に切り欠きがある場合には、単純な断面欠損として計算すると危険側となることがわかった。

また、曲げ強度は開口位置に影響を受けるケースが確認され、応力分布との関連が考えられることを示した。

せん断試験結果より算出したせん断弾性係数は、開口の有無、開口位置による大きな差異は見られず、今回程度の穴の大きさであれば、開口位置に寄らず、単純な力学的な釣り合いにより、計算が可能ということが示唆された。

せん断強度は開口の有無、開口位置による大きな差異は見られず、今回程度の穴の大きさであれば、開口位置に寄らず、単純な力学的な釣り合いにより、計算が可能ということが示唆された。

以上のとおり本論文では、CLTパネル工法の小幅パネル架構を対象とした汎用性の高い解析モデルの構築を目的として1.5層の構面試験と5層建物の振動台実験を対象としたFEMを用いた構造解析モデルを作成し、架構の荷重変形関係、CLTパネルの応力分布及び、接合金物の荷重-変形関係を概ね再現可能であることを示した。

また、小幅パネルに設ける設備小開口の有無及び位置よる剛性、耐力への影響の確認及び応力割増し率の検討を目的として実施した小開口付CLTパネルの4点曲げ試験と逆対称4点曲げ試験の結果及びその考察に関して報告した。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

CLTを用いた木質構造は欧米を中心に、中・大規模の集合住宅や商業施設等に用いられるなど、急速に普及が進んでいる。わが国においても「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」(平成22年法律第36号、平成22年5月26日公布、同年10月1日施行)が成立し、低層の公共建築物等については原則として木質構造により建築することとなった。このような背景のもと、中大規模木造建築物の構法、構造設計法の一般化が必要とされており、CLTパネル工法は有効な構造方法の選択肢の一つと目されている。そこで本論文は汎用性の高いCLT構造の構造解析モデルの構築を目的に、構造解析モデルの構築方法及び精度検証に関して述べている。特に特筆すべき点は以下の通りである。

- 1) FEMを用いた構造解析モデルを構築し、実大の1.5階の構面試験、5階建て建物の実験結果を再現した。
- 2) 構造解析モデルの各要素の特性に要素実験の結果を用いることで、試験体全体架構と接合部の各々の荷重変形関係を再現可能なモデルとした。
- 3) 構造解析モデルにFEMを用いて、CLTパネルを直交異方性平面シェル要素とすることでCLTパネルの応力分布を再現可能なモデルとした。
- 4) 小幅パネルに設ける設備小開口の有無及び位置が剛性、耐力に与える影響に関して述べた。

以上のように、本論文は、CLT小幅パネルを用いた架構全体及び各部の挙動と応力状態を解析的に追跡できることを示したもので、今後のCLT構造の構造解析モデル化に本論の成果が活用されるばかりではなく、木質構造学、木質材料学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和2年2月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)